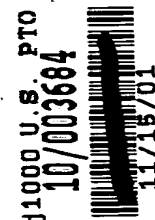


日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年11月14日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-347349

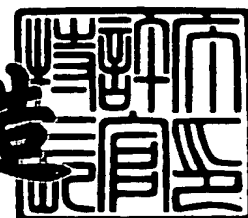
出 願 人
Applicant(s):

インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

2001年 6月19日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3057758

【書類名】 特許願

【整理番号】 JP9000253

【提出日】 平成12年11月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 17/60

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番地 1 4 日本アイ・ビー・エム株式会社 東京基礎研究所内

 【氏名】 鹿島 久嗣

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番地 1 4 日本アイ・ビー・エム株式会社 東京基礎研究所内

 【氏名】 梶永 泰正

【特許出願人】

 【識別番号】 390009531

 【氏名又は名称】 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

【代理人】

 【識別番号】 100086243

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 坂口 博

【代理人】

 【識別番号】 100091568

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 市位 嘉宏

【代理人】

 【識別番号】 100106699

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 渡部 弘道

【復代理人】

【識別番号】 100112520

【弁理士】

【氏名又は名称】 林 茂則

【電話番号】 046-277-0540

【選任した復代理人】

【識別番号】 100110607

【弁理士】

【氏名又は名称】 間山 進也

【選任した復代理人】

【識別番号】 100098121

【弁理士】

【氏名又は名称】 間山 世津子

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 091156

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9706050

【包括委任状番号】 9704733

【包括委任状番号】 0004480

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 オークション方法、オークションシステムおよび記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 商品を対象にオークションを行う方法であって、
前記商品の種類毎に、取引を希望する前記商品の最低数量および最大数量、並びに、前記商品の評価額を含むビッドを受け取るステップと、
前記ビッドをその要素とする有限のビッド集合を生成するステップと、
前記ビッド集合から、前記商品の販売可能個数の範囲内で収益を最大にするビッドの部分集合を、動的計画法を用いて生成するステップと、
を有するオークション方法。

【請求項 2】 前記商品の評価額は、前記取引を希望する商品の数量に対して非線形関数である請求項 1 記載のオークション方法。

【請求項 3】 前記動的計画法において、2 次元配列 V をメモリ領域に割り当てるステップと、前記 2 次元配列 V を初期化するステップと、前記 2 次元配列 V の再帰方程式を再帰的に解くステップと、を有し、
前記再帰方程式として、

【数 1】

$$V(k, j) := \max \left\{ V(k+1, j), V(k, j+1), \max_{l_k \leq x \leq h_k} \{V(k+1, j+x) + e_k(x)\} \right\}$$

を用いる請求項 1 または 2 記載のオークション方法。

ただし、 k は 1 以上 n 以下の整数、 j は 0 以上 s 以下の整数、 n はビッド数、 s は取引可能な商品数、 e_k はビッド b_k における商品を x 個買ったときの評価額、 l_k はビッド b_k における最低数量、 h_k はビッド b_k における最大数量、である。

【請求項 4】 前記 2 次元配列 V を最小行最小列の要素からバックトラックすることにより、最適に前記商品が配分されるビッドを選択する請求項 3 記載のオークション方法。

【請求項 5】 前記商品の評価額は、前記取引を希望する商品の数量に対して線形関数であって、

前記動的計画法において、2次元配列VおよびQをメモリ領域に割り当てるステップと、前記2次元配列VおよびQを初期化するステップと、前記2次元配列VおよびQの再帰方程式を再帰的に解くステップと、を有し、

前記再帰方程式として、

【数 2】

$$V(k, j) := \max \begin{cases} V(k+1, j) \\ V(k, j+1) & (\text{if } Q(k, j+1) = h_k) \\ V(k, j+1) + e_k & (\text{if } l_k \leq Q(k, j+1) < h_k) \\ V(k+1, j+l_k) + e_k l_k \end{cases}$$

$$Q(k, j) := \begin{cases} Q(k, j+1) + 1 & (\text{if } V(k, j) = V(k, j+1) + e_k) \\ l_k & (\text{if } V(k, j) = V(k+1, j+l_k) + e_k l_k) \\ Q(k, j+1) & (\text{otherwise}) \end{cases}$$

を用いる請求項1記載のオークション方法。

ただし、kは1以上n以下の整数、jは0以上s以下の整数、nはビッド数、sは取引可能な商品数、 e_k はビッド b_k における商品1個当たりの評価額、 l_k はビッド b_k における最低数量、 h_k はビッド b_k における最大数量、である。

【請求項6】 前記2次元配列Vを最小行最小列の要素からバックトラックすることにより、最適に前記商品が配分されるビッドを選択する請求項5記載のオークション方法。

【請求項7】 複数個かつ複数種類の商品を対象にオークションを行う方法であって、

前記商品の組合せ（単一種類の場合を含む）、取引を希望する前記組合せの数量、および、前記組合せの評価額を含むビッドを受け取るステップと、

前記ビッドをその要素とする有限のビッド集合を生成するステップと、

前記ビッド集合から、前記各商品の各販売可能個数の範囲内で収益を最大にするビッドの部分集合を、動的計画法を用いて生成するステップと、を有し、

前記商品の組合せは、2つの異なる任意の組合せ C_i および C_j （ $i < j$ ）の間に、 $C_i \cap C_j \neq \phi$ である第1の条件、または、 $C_i \subset C_j$ である第2の条件、の何れかの条件を満足するものであるオークション方法。

【請求項 8】 前記組合せの数量は、取引を希望する前記組合せの最低数量および最大数量を指定する請求項 7 記載のオークション方法。

【請求項 9】 前記組合せの評価額は、前記取引を希望する組合せの数量に対して非線形関数である請求項 7 記載のオークション方法。

【請求項 10】 前記動的計画法において、
 前記ビッドを組合せの種類毎に分類するステップと、
 前記分類された組合せ C_i について 2 次元の配列 V を割り当てるステップと、
 前記組合せ C_i の子集合が空集合であるかを判断し、前記判断が真の場合には前記配列 V の $n + 1$ 行目の各要素に 0 を代入するステップ、前記判断が偽の場合には前記配列 V の $n + 1$ 行目の各要素に前記組合せ C_i の全ての子集合についての配列 V の 1 行目の各要素の和を代入するステップを含む初期化ステップと、
 前記配列 V の再帰方程式を再帰的に解くステップと、を有する請求項 7 記載のオークション方法。

【請求項 11】 前記再帰方程式として、

【数 3】

$$V(k, j) := \max \{V(k + 1, j), V(k, j + 1), V(k + 1, j + r_k) + r_k e_k\}$$

ただし、 k は 1 以上 n 以下の整数、 j は 0 以上 s 以下の整数、 n は組合せ C_i におけるビッド数、 s は組合せ C_i に含まれる商品の取引可能な最小商品数、 e_k はビッド b_k における組合せの 1 組当たりの評価額、 r_k はビッド b_k における組合せ数量、

または、

【数 4】

$$V(k, j) := \max \left\{ V(k + 1, j), V(k, j + 1), \max_{l_k \leq x \leq h_k} \{V(k + 1, j + x) + e_k(x)\} \right\}$$

ただし、 k は 1 以上 n 以下の整数、 j は 0 以上 s 以下の整数、 n は組合せ C_i におけるビッド数、 s は組合せ C_i に含まれる商品の取引可能な最小商品数、 e_k はビッド b_k における組合せを x 組買ったときの評価額、 l_k はビッド b_k における最低組数量、 h_k はビッド b_k における最大組数量、

または、

【数 5】

$$V(k, j) := \max \begin{cases} V(k+1, j) \\ V(k, j+1) & (\text{if } Q(k, j+1) = h_k) \\ V(k, j+1) + e_k & (\text{if } l_k \leq Q(k, j+1) < h_k) \\ V(k+1, j+l_k) + e_k l_k \end{cases}$$

$$Q(k, j) := \begin{cases} Q(k, j+1) + 1 & (\text{if } V(k, j) = V(k, j+1) + e_k) \\ l_k & (\text{if } V(k, j) = V(k+1, j+l_k) + e_k l_k) \\ Q(k, j+1) & (\text{otherwise}) \end{cases}$$

ただし、 k は 1 以上 n 以下の整数、 j は 0 以上 s 以下の整数、 n は組合せ C_i におけるビッド数、 s は組合せ C_i に含まれる商品の取引可能な最小商品数、 e_k はビッド b_k における組合せ 1 組当たりの評価額、 l_k はビッド b_k における最低組数量、 h_k はビッド b_k における最大組数量、を用いる請求項 10 記載のオークション方法。

【請求項 12】 前記組合せ C_i を要素とする全集合 C の部分集合であって、そのいずれの要素も C の他の要素の子集合でない集合 C^R について、その配列 V を最小行最小列の要素からバックトラックし、 $n+1$ 行目の要素に達した後、さらにその子集合の 1 行目からバックトラックすることにより、最適に前記商品が配分されるビッドを選択する請求項 11 記載のオークション方法。

【請求項 13】 商品を対象にオークションを行うシステムであって、
前記商品の種類毎に、取引を希望する前記商品の最低数量および最大数量、並びに、前記商品の評価額を含むビッドを受け取る手段と、
前記ビッドをその要素とする有限のビッド集合を生成する手段と、
前記ビッド集合から、前記商品の販売可能個数の範囲内で収益を最大にするビッドの部分集合を、動的計画法を用いて生成する手段と、
を有するオークションシステム。

【請求項 14】 前記商品の評価額は、前記取引を希望する商品の数量に対して非線形関数である請求項 13 記載のオークションシステム。

【請求項 15】 前記動的計画法において、2 次元配列 V をメモリ領域に割り当てて手段と、前記 2 次元配列 V を初期化する手段と、前記 2 次元配列 V の再帰方程式を再帰的に解く手段と、を有し、

前記再帰方程式として、

【数 6】

$$V(k, j) := \max \left\{ V(k+1, j), V(k, j+1), \max_{l_k \leq x \leq h_k} \{V(k+1, j+x) + e_k(x)\} \right\}$$

を用いる請求項 1 3 または 1 4 記載のオークションシステム。

ただし、 k は 1 以上 n 以下の整数、 j は 0 以上 s 以下の整数、 n はビッド数、 s は取引可能な商品数、 e_k はビッド b_k における商品を x 個買ったときの評価額、 l_k はビッド b_k における最低数量、 h_k はビッド b_k における最大数量、である。

【請求項 1 6】 前記 2 次元配列 V を最小行最小列の要素からバックトラックすることにより、最適に前記商品が配分されるビッドを選択する手段を有する請求項 1 5 記載のオークションシステム。

【請求項 1 7】 前記商品の評価額は、前記取引を希望する商品の数量に対して線形関数であって、

前記動的計画法において、2 次元配列 V および Q をメモリ領域に割り当てる手段と、前記 2 次元配列 V および Q を初期化する手段と、前記 2 次元配列 V および Q の再帰方程式を再帰的に解く手段と、を有し、

前記再帰方程式として、

【数 7】

$$V(k, j) := \max \begin{cases} V(k+1, j) \\ V(k, j+1) & (\text{if } Q(k, j+1) = h_k) \\ V(k, j+1) + e_k & (\text{if } l_k \leq Q(k, j+1) < h_k) \\ V(k+1, j+l_k) + e_k l_k \end{cases}$$

$$Q(k, j) := \begin{cases} Q(k, j+1) + 1 & (\text{if } V(k, j) = V(k, j+1) + e_k) \\ l_k & (\text{if } V(k, j) = V(k+1, j+l_k) + e_k l_k) \\ Q(k, j+1) & (\text{otherwise}) \end{cases}$$

を用いる請求項 1 3 記載のオークションシステム。

ただし、 k は 1 以上 n 以下の整数、 j は 0 以上 s 以下の整数、 n はビッド数、 s は取引可能な商品数、 e_k はビッド b_k における商品 1 個当たりの評価額、 l_k はビッド b_k における最低数量、 h_k はビッド b_k における最大数量、である

【請求項 1 8】 前記 2 次元配列 V を最小行最小列の要素からバックトラックすることにより、最適に前記商品が配分されるビッドを選択する手段を有する請求項 1 7 記載のオークションシステム。

【請求項 1 9】 複数個かつ複数種類の商品を対象にオークションを行うシステムであって、

前記商品の組合せ（単一種類の場合を含む）、取引を希望する前記組合せの数量、および、前記組合せの評価額を含むビッドを受け取る手段と、

前記ビッドをその要素とする有限のビッド集合を生成する手段と、

前記ビッド集合から、前記各商品の各販売可能個数の範囲内で収益を最大にするビッドの部分集合を、動的計画法を用いて生成する手段と、を有し、

前記商品の組合せは、2 つの異なる任意の組合せ C_i および C_j ($i < j$) の間に、 $C_i \cap C_j \neq \phi$ である第 1 の条件、または、 $C_i \subset C_j$ である第 2 の条件、の何れかの条件を満足するものであるオークションシステム。

【請求項 2 0】 前記組合せの数量は、取引を希望する前記組合せの最低数量および最大数量を指定する請求項 1 9 記載のオークションシステム。

【請求項 2 1】 前記組合せの評価額は、前記取引を希望する組合せの数量に対して非線形関数である請求項 1 9 記載のオークションシステム。

【請求項 2 2】 前記動的計画法において、

前記ビッドを組合せの種類毎に分類する手段と、

前記分類された組合せ C_i について 2 次元の配列 V を割り当てる手段と、

前記組合せ C_i の子集合が空集合であるかを判断し、前記判断が真の場合には前記配列 V の $n + 1$ 行目の各要素に 0 を代入する手段、前記判断が偽の場合には前記配列 V の $n + 1$ 行目の各要素に前記組合せ C_i の全ての子集合についての配列 V の 1 行目の各要素の和を代入する手段を含む初期化手段と、

前記配列 V の再帰方程式を再帰的に解く手段と、を有する請求項 1 9 記載のオークションシステム。

【請求項 2 3】 前記再帰方程式として、

【数 8】

$$V(k, j) := \max \{V(k+1, j), V(k, j+1), V(k+1, j+r_k) + r_k e_k\}$$

ただし、 k は 1 以上 n 以下の整数、 j は 0 以上 s 以下の整数、 n は組合せ C_i におけるビッド数、 s は組合せ C_i に含まれる商品の取引可能な最小商品数、 e_k はビッド b_k における組合せの 1 組当たりの評価額、 r_k はビッド b_k における組合せ数量、

または、

【数 9】

$$V(k, j) := \max \left\{ V(k+1, j), V(k, j+1), \max_{l_k \leq x \leq h_k} \{V(k+1, j+x) + e_k(x)\} \right\}$$

ただし、 k は 1 以上 n 以下の整数、 j は 0 以上 s 以下の整数、 n は組合せ C_i におけるビッド数、 s は組合せ C_i に含まれる商品の取引可能な最小商品数、 e_k はビッド b_k における組合せを x 組買ったときの評価額、 l_k はビッド b_k における最低組数量、 h_k はビッド b_k における最大組数量、

または、

【数 10】

$$V(k, j) := \max \begin{cases} V(k+1, j) \\ V(k, j+1) & (\text{if } Q(k, j+1) = h_k) \\ V(k, j+1) + e_k & (\text{if } l_k \leq Q(k, j+1) < h_k) \\ V(k+1, j+l_k) + e_k l_k \end{cases}$$

$$Q(k, j) := \begin{cases} Q(k, j+1) + 1 & (\text{if } V(k, j) = V(k, j+1) + e_k) \\ l_k & (\text{if } V(k, j) = V(k+1, j+l_k) + e_k l_k) \\ Q(k, j+1) & (\text{otherwise}) \end{cases}$$

ただし、 k は 1 以上 n 以下の整数、 j は 0 以上 s 以下の整数、 n は組合せ C_i におけるビッド数、 s は組合せ C_i に含まれる商品の取引可能な最小商品数、 e_k はビッド b_k における組合せ 1 組当たりの評価額、 l_k はビッド b_k における最低組数量、 h_k はビッド b_k における最大組数量、

を用いる請求項 2 記載のオークションシステム。

【請求項 24】 前記組合せ C_i を要素とする全集合 C の部分集合であって、そのいずれの要素も C の他の要素の子集合でない集合 C^R について、その配列

Vを最小行最小列の要素からバックトラックし、 $n+1$ 行目の要素に達した後、さらにその子集合の1行目からバックトラックすることにより、最適に前記商品が配分されるビッドを選択する手段を有する請求項23記載のオークションシステム。

【請求項25】 コンピュータに商品を対象にしたオークションを実行させるプログラムが記録されたコンピュータ可読な記録媒体であって、

コンピュータに、

前記商品の種類毎に、取引を希望する前記商品の最低数量および最大数量、並びに、前記商品の評価額を含むビッドを受け取る機能と、

前記ビッドをその要素とする有限のビッド集合を生成する機能と、

前記ビッド集合から、前記商品の販売可能個数の範囲内で収益を最大にするビッドの部分集合を、動的計画法を用いて生成する機能と、

を実現させるプログラムが記録された記録媒体。

【請求項26】 コンピュータに複数個かつ複数種類の商品を対象にしたオークションを実行させるプログラムが記録されたコンピュータ可読な記録媒体であって、

コンピュータに、

前記商品の組合せ（単一種類の場合を含む）、取引を希望する前記組合せの数量、および、前記組合せの評価額を含むビッドを受け取る機能と、

前記ビッドをその要素とする有限のビッド集合を生成する機能と、

前記ビッド集合から、前記各商品の各販売可能個数の範囲内で収益を最大にするビッドの部分集合を、動的計画法を用いて生成する機能と、を実現させ、

前記商品の組合せは、2つの異なる任意の組合せ C_i および C_j ($i < j$)の間に、 $C_i \cap C_j \neq \phi$ である第1の条件、または、 $C_i \subset C_j$ である第2の条件、の何れかの条件を満足する、プログラムが記録された記録媒体。

【請求項27】 商品を対象にオークションを行う方法であって、

前記商品の種類毎に、取引を希望する前記商品に関する条件を含むビッドを受け取るステップと、

前記ビッドをその要素とする有限のビッド集合を生成するステップと、

前記ビッド集合から、前記商品の販売可能個数の範囲内で収益を最大にするビッドの部分集合を、動的計画法を用いて生成するステップと、
を有するオークション方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、オークション、競争入札等、商品および数量とその評価額を提示したビッドから勝利者を決定する方法、システムに関する。特に複数種類の商品セットについて多数の数量を指定するような一般的に計算量の多くなる決定を、実用可能な計算量の範囲内で行うことができる技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、インターネット技術の進展と一般化を背景に電子取引、電子オークションが盛んになりつつある。オークションの過程では、集められたビッド（入札）の中から勝利者を決定するプロセスが存在する。一般に勝利者の決定は、最大収益となるようなビッドの選択によりなされる。

【0003】

取引対象の商品が単一種類であって単一数量の場合には、その商品について最大の評価額を提示した者が勝利者となる。たとえば1つの壺がオークションにかけられた場合、最高値をつけた者がその壺を落札することになる。

【0004】

企業間取引でオークションあるいは入札を行う場合には、商品の個数は複数になる場合が多い。たとえば多数のコンピュータを在庫として有する売り手に対して複数の買い手から「コンピュータ5台を60万円（1台当たり12万円）で購入します」というビッドを受け付けるような取引が考えられる。この場合、各ビッドについての評価額（1個当たりの評価額に取引個数を乗じた額）の総額が最大になるビッドのセットが選択される。但し取引数量（選択されたビッドの取引個数の総数）が取引可能数量（在庫数）の範囲を超えないという制約条件を満たす必要がある。つまり最も売れ残りの少ない状態で最大の収益を達成するビッド

のセットが選択され、それらビッドの提示者たちが勝利者となる。この問題は、よく知られたナップザック問題と等価であり、動的計画法（ダイナミックプログラミング）によって最適解を得ることができる。

【0005】

動的計画法は、よく知られているように、 N 次元の多段決定問題をベルマンの最適性原理に基づいて関数再帰方程式に置き換え、 N 個の1次元問題として解く最適化法である。上記問題を定式化すれば、たとえば、 n 個（ $= |B|$ ）のビッド（上記例ではコンピュータの買い注文）が集合 $B = \{b_1, b_2, \dots, b_k, \dots, b_n\}$ として与えられた時、 $\sum r_k \leq s$ の条件下で、 $\sum r_k e_k$ を最大化する部分集合 $\{b_k\}$ を求めるという問題になる。但し、 r_k はビッド b_k の商品注文数量、 e_k はビッド b_k の商品1個あたりの評価額、 s は商品の在庫数を示し、 r_k は非負の整数である。

【0006】

この問題のアルゴリズムを例示すれば以下の通りである。まず、 $(n+1) \times (s+1)$ 空間の評価値配列 $V(k, j)$ を定義する。 k は、 $1 \leq k \leq n+1$ の整数、 j は、 $0 \leq j \leq s$ の整数である。

【0007】

次に、初期化ステップとして、

【0008】

【数11】

$$V(|B| + 1, j) := 0 \text{ for all } 0 \leq j \leq s$$

$$V(k, s) := V(|B| + 1, s) \text{ for all } 1 \leq k \leq |B|$$

を実行する。

【0009】

さらに、再帰方程式として、

【0010】

【数12】

$$V(k, j) := \max \{V(k+1, j), V(k, j+1), V(k+1, j+r_k) + r_k e_k\}$$

を定義する。なお、 $\max \{a, b, c\}$ は a, b, c のうち最大の値を与える関数である。

【0011】

そして、 k を $|B|$ から 1 について、 j を $s-1$ から 0 について、降順に前記再帰方程式を解く。なお、 $j+r_k$ が s を超える時には $V(k+1, j+r_k) + r_k e_k$ 値は選択されない。

【0012】

前記再帰方程式を $k=1, j=0$ まで計算した後、 $V(1, 0)$ に代入される値が最大収益を示す。そして、 $V(k, j)$ が最大値 ($=V(1, 0)$) から 0 ($=V(|B|+1, s)$) にいたるルートをバックトラックすれば、何れのビット b_k が選択されたかを知ることができる。

【0013】

すなわち、商品が単一種類の場合、複数の商品個数と評価額を指定するビットは動的計画法を用いて最適な選択（決定）を行うことができる。前記計算の場合、その計算量は $O(|B|s)$ である。

【0014】

なお、複数種類の商品を取り扱う場合であっても、ビットに単一商品の指定のみが許可される場合には、商品の種類間の制約がないので、実質的には商品の種類ごとの別々のオークションが行われていることと同じである。よって、ビットを商品ごとに分け、商品ごとの勝利者を前記手法を用いて決定できる。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

企業間取引では取引対象が複数種類の商品になる場合が多く、むしろ複数種類の商品が取り引きされる方が一般的である。すなわち、取引の際、商品の種類毎の取引のほか、商品の組合せで取引を行いたい場合がある。たとえば、「パソコン、ディスプレイ、プリンターのセットを 1 セット 20 万円で購入したい。」という要求である。通常組で使用される商品の場合、組を構成する商品を同数購入することを希望するであろう。また、商品の組合せはできるだけ任意であることが望ましい。企業における調達オークションを考えた場合、商品在庫の数、ビ

ッドが要求するユニットの数が大量になることが予想される。たとえばパソコンが500台、ディスプレイが400台、プリンターが300台、紙が200セット、机が400台、等という対象に対して、「パソコンとディスプレイのセットを200～300セット、1セットを15万円で」という形態のビッドを許容することが企業間取引には是非とも必要である。

【0016】

しかし、商品の組合せを許容するビッドの場合には、評価額の和が最大になる商品の割り当て（すなわちビッドの組合せ）を決めなければならない。この問題は、ビッドが任意の複数の種類の組合せに対して許されるときにはNP-complete（NP完全問題）になる。すなわち、多項式時間で解くアルゴリズムが存在しない。複数種類、かつそれぞれの種類の商品が複数個あるような場合（「パソコンを5台、ディスプレイを4台、プリンターを3台」というような場合）においても同様にNP完全になる。つまり、一般的な形においてこの場合の問題を解くことは多項式時間では不可能である。

【0017】

きわめて数の少ない場合にはこのような組合せに対しても最適解を得ることは可能になるが、商品数が多くなると現実的な計算速度では到底解くことが不可能になる。

【0018】

本発明の目的は、多種類、多量の在庫が存在する場合の、多量の取引対象（商品）に対してビッドが行われるような組合せオークションの勝利者決定の問題に対して解法を与えることにある。

【0019】

また、本発明の目的は、現実的な計算量で実行可能な、商品の組合せに対するビッドを許容するオークション方法およびシステムを提供することにある。

【0020】

また、本発明の目的は、現実的な計算量で実行可能な、商品の希望数量に幅を持たせたビッドを許容するオークション方法およびシステムを提供することにある。

【 0 0 2 1 】

また、本発明の目的は、現実的な計算量で実行可能な、商品の数量に応じて評価額を変えることが可能なビッドを許容するオークション方法およびシステムを提供することにある。

【 0 0 2 2 】

【課題を解決するための手段】

本願の発明の概略を説明すれば、以下の通りである。任意の商品の組合せに対するビッドを許容すると前記の通り問題が解けない。よって本発明のオークションシステム、オークション方法では、許される商品の組合せに対して以下の2種類の制限を与える。

1. ひとつのビッドは一種類の商品に対してのみ行うことができる。
2. ビッドの可能な商品の組合せの包含関係が、図8に示すような階層的構造を持つ。

【 0 0 2 3 】

上記のような制限を与えたビッドの集合から、動的計画法を適用して最適なビッドの部分集合を選択する。この選択されたビッドの提示者がオークションの勝者となる。本発明では、前記のような制限を与えることにより、NP完全を回避して、実用的な計算量で最適解を得ることが可能になる。一方、本発明のビッドでは、前記制限はあるものの商品の組合せを許容するので、企業間の資材調達等に用いるオークションを提供することができる。本発明を列記すれば以下の通りである。

【 0 0 2 4 】

1. 本発明のオークション方法は、商品を対象にオークションを行う方法であって、前記商品の種類毎に、取引を希望する前記商品の最低数量および最大数量、並びに、前記商品の評価額を含むビッドを受け取るステップと、前記ビッドをその要素とする有限のビッド集合を生成するステップと、前記ビッド集合から、前記商品の販売可能個数の範囲内で収益を最大にするビッドの部分集合を、動的計画法を用いて生成するステップと、を有する。

【 0 0 2 5 】

なお、前記商品の評価額は、前記取引を希望する商品の数量に対して非線形関数とすることができる。

【0026】

また、前記動的計画法において、2次元配列Vをメモリ領域に割り当てるステップと、前記2次元配列Vを初期化するステップと、前記2次元配列Vの再帰方程式を再帰的に解くステップと、を有し、前記再帰方程式として、

【0027】

【数13】

$$V(k, j) := \max \left\{ V(k+1, j), V(k, j+1), \max_{l_k \leq x \leq h_k} \{V(k+1, j+x) + e_k(x)\} \right\}$$

を用いることができる。ただし、kは1以上n以下の整数、jは0以上s以下の整数、nはビッド数、sは取引可能な商品数、 e_k はビッド b_k における商品をx個買ったときの評価額、 l_k はビッド b_k における最低数量、 h_k はビッド b_k における最大数量、である。

【0028】

あるいは、前記商品の評価額は、前記取引を希望する商品の数量に対して線形関数であって、前記動的計画法において、2次元配列VおよびQをメモリ領域に割り当てるステップと、前記2次元配列VおよびQを初期化するステップと、前記2次元配列VおよびQの再帰方程式を再帰的に解くステップと、を有し、前記再帰方程式として、

【0029】

【数14】

$$V(k, j) := \max \begin{cases} V(k+1, j) \\ V(k, j+1) & (\text{if } Q(k, j+1) = h_k) \\ V(k, j+1) + e_k & (\text{if } l_k \leq Q(k, j+1) < h_k) \\ V(k+1, j+l_k) + e_k l_k \end{cases}$$

$$Q(k, j) := \begin{cases} Q(k, j+1) + 1 & (\text{if } V(k, j) = V(k, j+1) + e_k) \\ l_k & (\text{if } V(k, j) = V(k+1, j+l_k) + e_k l_k) \\ Q(k, j+1) & (\text{otherwise}) \end{cases}$$

を用いることができる。ただし、kは1以上n以下の整数、jは0以上s以下の

整数、 n はビッド数、 s は取引可能な商品数、 e_k はビッド b_k における商品 1 個当たりの評価額、 l_k はビッド b_k における最低数量、 h_k はビッド b_k における最大数量、である。

【0030】

なお、前記 2 次元配列 V を最小行最小列の要素からバックトラックすることにより、最適に前記商品が配分されるビッドを選択することができる。

【0031】

2. 本発明のオークション方法は複数個かつ複数種類の商品を対象にオークションを行う方法であって、前記商品の組合せ（単一種類の場合を含む）、取引を希望する前記組合せの数量、および、前記組合せの評価額を含むビッドを受け取るステップと、前記ビッドをその要素とする有限のビッド集合を生成するステップと、前記ビッド集合から、前記各商品の各販売可能個数の範囲内で収益を最大にするビッドの部分集合を、動的計画法を用いて生成するステップと、を有し、前記商品の組合せは、2つの異なる任意の組合せ C_i および C_j ($i < j$) の間に、 $C_i \cap C_j \neq \phi$ である第 1 の条件、または、 $C_i \subset C_j$ である第 2 の条件、の何れかの条件を満足するものである。

【0032】

なお、前記組合せの数量は、取引を希望する前記組合せの最低数量および最大数量を指定することができる。

【0033】

また、前記組合せの評価額は、前記取引を希望する組合せの数量に対して非線形関数とすることができる。

【0034】

また、前記動的計画法において、前記ビッドを組合せの種類毎に分類するステップと、前記分類された組合せ C_i について 2 次元の配列 V を割り当てるステップと、前記組合せ C_i の子集合が空集合であるかを判断し、前記判断が真の場合には前記配列 V の $n + 1$ 行目の各要素に 0 を代入するステップ、前記判断が偽の場合には前記配列 V の $n + 1$ 行目の各要素に前記組合せ C_i の全ての子集合についての配列 V の 1 行目の各要素の和を代入するステップを含む初期化ステップと

、前記配列 V の再帰方程式を再帰的に解くステップと、を有することができる。

【0035】

また、前記再帰方程式として、

【0036】

【数15】

$$V(k, j) := \max \{V(k+1, j), V(k, j+1), V(k+1, j+r_k) + r_k e_k\}$$

ただし、 k は 1 以上 n 以下の整数、 j は 0 以上 s 以下の整数、 n は組合せ C_i におけるビッド数、 s は組合せ C_i に含まれる商品の取引可能な最小商品数、 e_k はビッド b_k における組合せの 1 組当たりの評価額、 r_k はビッド b_k における組合せ数量、あるいは、前記数 13 あるいは数 14 と同様の再帰方程式を適用できる。

【0037】

また、前記組合せ C_i を要素とする全集合 C の部分集合であって、そのいずれの要素も C の他の要素の子集合でない集合 C^R について、その配列 V を最小行最小列の要素からバックトラックし、 $n+1$ 行目の要素に達した後、さらにその子集合の 1 行目からバックトラックすることにより、最適に前記商品が配分されるビッドを選択することができる。

【0038】

なお、前記オークション方法に加えてこれを実現するシステムおよびその機能をコンピュータに実現させるプログラムが記録された記録媒体も本発明に含まれる。

【0039】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。ただし、本発明は多くの異なる態様で実施することが可能であり、本実施の形態の記載内容に限定して解釈すべきではない。なお、実施の形態の全体を通して同じ要素には同じ番号を付するものとする。

【0040】

以下の実施の形態では、主に方法またはシステムについて説明するが、当業者

であれば明らかなとおり、本発明は方法、システムその他、コンピュータで使用可能なプログラムコードが記録された媒体としても実施できる。したがって、本発明は、ハードウェアとしての実施形態、ソフトウェアとしての実施形態またはソフトウェアとハードウェアとの組合せの実施形態をとることができる。プログラムコードが記録された媒体としては、ハードディスク、CD-ROM、光記憶装置または磁気記憶装置を含む任意のコンピュータ可読媒体を例示できる。

【 0 0 4 1 】

本実施の形態で利用できるコンピュータシステム（情報処理装置）には、中央演算処理装置（CPU）、主記憶装置（メインメモリ：RAM(Random Access Memory)）、不揮発性記憶装置（ROM(Read Only Memory)）等を有し、これらがバスで相互に接続される。バスには、その他コプロセッサ、画像アクセラレータ、キャッシュメモリ、入出力制御装置（I/O）等が接続される。バスには、適当なインタフェースを介して外部記憶装置、データ入力デバイス、表示デバイス、通信制御装置等が接続されてもよい。その他、一般的にコンピュータシステムに備えられるハードウェア資源を備えることが可能なことは言うまでもない。外部記憶装置は代表的にはハードディスク装置が例示できるが、これに限られず、光磁気記憶装置、光記憶装置、フラッシュメモリ等半導体記憶装置も含まれる。なお、データの読み出しのみに利用できるCD-ROM等の読み出し専用記憶装置もデータあるいはプログラムの読み出しにのみ適用する場合には外部記憶装置に含まれる。データ入力デバイスには、キーボード等の入力装置、マウス等ポインティングデバイスを備えることができる。データ入力デバイスには音声入力装置も含む。表示装置としては、CRT、液晶表示装置、プラズマ表示装置等が例示できる。本実施の形態のコンピュータシステムには、パーソナルコンピュータ、ワークステーション、メインフレームコンピュータ等各種のコンピュータが含まれる。

【 0 0 4 2 】

本発明のオークションシステムを実現するコンピュータシステムとして、以下の実施の形態ではコンピュータネットワーク特にインターネットを用いたコンピュータシステムを例示する。ただし本発明はインターネットを用いたネットワー

クに限られず、たとえばLAN、WAN、専用線で接続されたコンピュータネットワーク等その他のネットワークでも良い。あるいは、単一のコンピュータシステムとして適用することが可能である。

【0043】

複数のコンピュータシステムで本発明を実現する場合、各コンピュータシステムで利用されるプログラムあるいはデータは、他のコンピュータシステム（例えばサーバ・コンピュータやデータベースサーバ）に記録されていても良い。つまり、コンピュータシステムで利用する一部のプログラムをリモートコンピュータ（例えば他のサーバコンピュータ又はクライアント・コンピュータ）で分散的に処理または実行できる。なお、他のコンピュータシステムに記録されたプログラムあるいはデータをアドレスで参照する場合には、DNS、URL、IPアドレス等を用いることができる。

【0044】

なお、インターネットには、イントラネットおよびエクストラネットも含むものとする。インターネットへのアクセスという場合、イントラネットやエクストラネットへのアクセスをも意味する。コンピュータネットワークという用語には、公的にアクセス可能なコンピュータネットワークと私的なアクセスしか許可されないコンピュータネットワークとの両方が含まれるものとする。

【0045】

（実施の形態1）

図1は、本実施の形態のオークションシステムの一例についてその概要を示した図である。本実施の形態のオークションシステムは、インターネット1を含み、インターネット1にはオークションサイトを提供するサーバシステム2、オークションに入札する利用者のコンピュータシステム3が接続される。なお、オークションの利用者はコンピュータシステム3に限られず、PDA（personal digital assistants）4あるいはインターネットにアクセス可能な携帯電話5を利用することも可能である。また、オークションはオークション対象の商品の販売者自らがサーバシステム2を利用して運営するだけでなく、商品販売者からの委託を受けてサーバシステム2によって行われても良い。この場合、販売者はたと

例えばコンピュータシステム 6 からインターネット 1 を介してサーバシステム 2 にオークションの依頼を行うことができる。

【 0 0 4 6 】

インターネット 1 は、周知の通り、TCP/IP (transmission control protocol/internet protocol) あるいは UDP (User Datagram Protocol) で接続されるコンピュータネットワークである。また、利用者のコンピュータシステム 3、PDA 4、携帯電話 5、販売者のコンピュータシステム 6 は、HTTP (hypertext transfer protocol) リクエストを発する機能とその応答である HTML (hypertext markup language) または XML (extensible markup language) で記述された文書を表示する機能を有する。これら機能を有する限り、コンピュータシステム 3、6、PDA 4、携帯電話 5 には限られずその他情報処理装置を適用することが可能である。

【 0 0 4 7 】

図 2 は、本実施の形態のオークション方法の一例についてその概要を示したフローチャートである。

【 0 0 4 8 】

まず、オークションサイトを提供するサーバコンピュータ 2 は、オークションの入札条件を提示する (ステップ 1 1)。たとえば、対象商品名、在庫数 (供給可能数量)、商品が複数種類の場合はビッド可能な商品セット、入札期限等である。なお、商品販売者からの委託による場合は、商品販売者のコンピュータシステム 6 からの入力に応じて入札条件を提示する。ただし、本実施の形態では単一商品の場合、あるいは複数商品の場合であっても単一商品についてのみビッドが可能な例を説明する。よって本実施の形態でビッド可能な商品は一種類である。なお、複数種類の商品がオークションの対象になっていても単一商品にのみビッドが許可されている時には各商品について別々のオークションが並立している場合と等価である。複数の商品がビッド可能な例は後述する。

【 0 0 4 9 】

次に、コンピュータシステム 3、PDA 4、携帯電話 5 等オークションに参加する者からのビッドを受け取る (ステップ 1 2)。本実施の形態のビッドでは、

購入希望商品の最大数量および最小数量の指定を含めることができる。たとえば「本当は1000個欲しいが、少なくとも800個は欲しい」という要求の場合に、最大量を1000、最小量を800としてビッドすることができる。資材等の調達においてはきわめて自然なビッドである。また、本実施の形態のビッドでは、商品1個あたりの評価額を購入数に応じて変化させることができる。たとえば「3台なら15万円、4台なら23万円、5台なら30万円」というビッドが可能になる。大量に購入する場合にディスカウントを要求することは購買過程では良くあることであり、このような商慣習を許容するビッドを実現できる。

【0050】

なお、ビッドは、前記した入札条件に合致したものを受け取り、条件に合致しないものはそのビッドが受け取れない旨のメッセージを提示者に返送することができる。

【0051】

入札期間が満了した時、ビッドの受け取りを締め切り、それまでに提示されたビッドの集合 $B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$ を生成する（ステップ13）。ビッドの各要素 b_k ($k=1, 2, \dots, n$) には、商品の評価額 e_k ($k=1, 2, \dots, n$) のほか、前記の通り商品の購入希望最小個数 l_k ($k=1, 2, \dots, n$)、最大個数 h_k ($k=1, 2, \dots, n$) を含む。なお、ビッド集合 B の大きさは $|B| = s$ である。

【0052】

また、本実施の形態では商品1個当たりの評価額が定数の場合だけでなく、購入数量に応じて評価額を変化することができる。このため、商品評価額 e_k は購入する商品の数 x の関数 $e_k(x)$ となる。

【0053】

ビッド集合 B は商品毎に生成する。すなわち、単一種類の商品がオークションの対象であればその商品についてのビッドを、複数種類の商品が対象である場合には商品の種類毎のビッドを集める。

【0054】

次に、生成されたビッド集合について、収益を最大にする最適解の計算を行う

(ステップ 1 4)。最適解の計算は動的計画法を用いる。最適解の計算手法については後に詳述する。

【 0 0 5 5 】

次に、計算で求めた最適解についてバックトラックを行う (ステップ 1 5)。バックトラックによって収益を最大にするビッドの選択を行う。ここで選択されるビッドはビッド集合 B の部分集合であり、選択されたビッドの提示者がオークションの勝利者になる。なお、バックトラックの詳細は後に説明する。

【 0 0 5 6 】

次に、勝利者への通知を行い (ステップ 1 6)、各勝利者と商品の取引を行う (ステップ 1 7)。なお、勝利者は複数の場合のほか、単一の勝利者の場合もあり得る。また、勝利者は一般に後の取引を拒否できないが、商品販売者との取り決めによってビッドを解約する等のオプションを設けても良い。

【 0 0 5 7 】

以上のようにしてオークションが終了する。ただし、上記フローはあくまでも例示でありその他の処理フローを採用することも可能である。たとえば勝利者への通知を省略して勝利者の決定の後、速やかに取引を成立させることもできる。また、入札期間の満了を待たずに、ビッドを受け取る度に最適解の計算とその時点での勝利者の決定を行い、この結果を公表しても良い。この場合、入札期間満了の際の勝利者が最終的な勝利者となる。また、この場合、入札者は、入札状況を見ながら自己に有利なビッドを提示することが可能になる。あるいは、最低入札価格や最高入札価格を設ける等、その他の入札条件を付加することも可能である。

【 0 0 5 8 】

次に、最適解の計算ステップ (ステップ 1 4) を説明する。図 3 は、最適解の計算ステップの一例についてその概要を示したフローチャートである。まず、再帰計算の各ステップで評価額が記録される配列 V を生成し (ステップ 2 1)、次に配列 V の初期化を行う (ステップ 2 2)。その後、再帰計算を行う (ステップ 2 3)。

【 0 0 5 9 】

配列 V は計算対象のビッド集合 B の大きさ $|B|$ と商品の在庫数（販売可能数） s に応じた大きさで生成される。具体的には $(|B| + 1) \times (s + 1)$ の大きさの 2 次元配列を生成する。後に説明するように、配列 V の各要素には $|B|$ から k までのビッドによって、列指標 j で指標される個数の商品を残した時の最大評価額が記録される。

【0 0 6 0】

次に初期化ステップ（ステップ 2 2）を説明する。図 4 は初期化ステップ（ステップ 2 2）の詳細を示したフローチャートであり、数 1 6 は初期化ステップを示した擬似コードである。

【0 0 6 1】

【数 1 6】

$$V(|B| + 1, j) := 0 \text{ for all } 0 \leq j \leq s$$

$$V(k, s) := V(|B| + 1, s) \text{ for all } 1 \leq k \leq |B|$$

但し、 $|B|$ はビッド集合 B の大きさ、 s は在庫数である。

【0 0 6 2】

まず、変数 j に 0 を代入し（ステップ 3 1）、 $V(|B| + 1, j)$ に初期値 0 を代入する（ステップ 3 2）。 j が s であるかを判断し（ステップ 3 3）、偽であれば j に 1 を加算して（ステップ 3 4）、ステップ 3 2 に戻る。すなわち、配列 V の $(|B| + 1)$ 行の各要素（0 ～ s ）についてその値を 0 に初期化する。次に、変数 k に 1 を代入し（ステップ 3 5）、 $V(k, s)$ に初期値 $V(|B| + 1, s)$ を代入する（ステップ 3 6）。 k が $|B|$ であるかを判断し（ステップ 3 7）、偽であれば k に 1 を加算して（ステップ 3 8）、ステップ 3 6 に戻る。すなわち、配列 V の s 列の各要素（1 ～ $|B|$ ）についてその値を $V(|B| + 1, s)$ に初期化する。

【0 0 6 3】

図 5 は、初期化が終了した段階での配列 V の各要素の値を示した図である。本実施の形態では $V(|B| + 1, s)$ の値は「0」なので、 s 列の値も「0」になる。よって、 $|B| + 1$ 行および s 列の各要素の全てが 0 になる。

【 0 0 6 4 】

次に、再帰計算ステップ（ステップ 2 3）を説明する。図 6 は、再帰計算の処理フローの一例を示したフローチャートであり、数 1 7 は再帰計算ステップと再帰計算に用いる再帰関数式を示した擬似コードである。

【 0 0 6 5 】

【数 1 7】

For $k = |B|$ down to 1 and $j = s - 1$ down to 0,

$$V(k, j) := \max \left\{ V(k+1, j), V(k, j+1), \max_{l_k \leq x \leq h_k} \{V(k+1, j+x) + e_k(x)\} \right\}$$

但し、 $|B|$ はビッド集合 B の大きさ、 s は在庫数、 l_k はビッド b_k に含まれる商品の購入希望最小個数、 h_k はビッド b_k に含まれる商品の購入希望最大個数、 $e_k(x)$ はビッド b_k に含まれる商品を x 個購入した時の評価額である。

【 0 0 6 6 】

前記初期化処理の終了の後、ポインタとして作用する k と j の各々にその初期値として $|B|$ 、 $s - 1$ を代入する（ステップ 4 1）。

【 0 0 6 7 】

次に商品の個数 x に初期値として l_k を代入し、変数 Max に $V(k+1, j+x) + e_k(x)$ を代入する（ステップ 4 2）。なお、 $j+x$ が s を越えてしまう場合、配列 V にはそのような要素を有しない。よって、このような場合には計算においてこれを考慮しなければよい。あるいはそのような場合のも配列 V の要素として値を記憶させる場合には $-\infty$ （あるいは十分小さな値）を代入することができる。

【 0 0 6 8 】

次に、 x を 1 増分し、 $V(k+1, j+x) + e_k(x)$ が Max より大きいかを判断する（ステップ 4 3）。前記判断が真の場合、 Max を $V(k+1, j+x) + e_k(x)$ に置き換え（ステップ 4 5）、前記判断が偽の場合前記置き換えをすることなくステップ 4 6 に進む。

【 0 0 6 9 】

次に、 x が h_k であるかを判断し（ステップ 4 6）、この判断が偽である場合

にはステップ43に戻り、真の場合はステップ47に進む。

【0070】

すなわち、ステップ42～46では、 x が l_k から h_k の範囲においてその値が最大になる $V(k+1, j+x) + e_k(x)$ を探索していることになる。

【0071】

次に、 $V(k, j+1)$ が $V(k+1, j)$ 以上であるかを判断し（ステップ47）、このステップ47の判断が真の場合（ $V(k, j+1)$ の方が大きい場合）、さらに $V(k, j+1)$ が Max 以上であるかを判断する（ステップ48）。ステップ48の判断が真の場合には $V(k, j)$ に $V(k, j+1)$ の値を代入する（ステップ49）。一方、ステップ47の判断が偽の場合（ $V(k+1, j)$ の方が大きい場合）、さらに $V(k+1, j)$ が Max 以上であるかを判断する（ステップ50）。ステップ50の判断が真の場合には $V(k, j)$ に $V(k+1, j)$ の値を代入する（ステップ51）。ステップ48、50の判断が偽の場合には、 $V(k, j)$ に Max の値を代入する（ステップ52）。すなわち、ステップ47～52では、 $V(k+1, j)$ 、 $V(k, j+1)$ 、 Max のうち最も大きな値を探索し、この値を $V(k, j)$ に記録する操作を行っている。

【0072】

次に、 j が0であるかを判断し（ステップ53）、判断が偽の場合には j を1減じて（ステップ54）、ステップ42に戻り前記ステップを繰り返す。この操作を j が0になるまで繰り返す（ステップ53）。 j が0になったとき、配列 V の k 行の各要素に値が記録される。 j が0になり、ステップ53の判断が真になったとき、ステップ55において k が1であるかを判断する（ステップ55）。この判断が偽の場合は k を1減じて（ステップ56）、ステップ42に戻り、前記ステップを繰り返す。すなわち、前記操作を k が1になるまで繰り返す（ステップ55）。 k が1になった段階で配列 V の全要素が記録され、計算が終了する。

【0073】

前記した通り、配列 V の各要素に記録される値の意味は、 $|B|$ から k までの

行（ビッド）によって、列指標 j で指標される個数の商品を残した時の最大評価額である。よって、 $V(1, 0)$ には最大収益が記録される。

【0074】

次に、バックトラックのステップ（ステップ15）を説明する。図7は、バックトラックの一例を示したフローチャートである。

【0075】

まず、変数 k 、 j および m に各々初期値として1、0および1を代入し（ステップ61）、 $V(k, j)$ が0であるかを判断する（ステップ62）。この判断が真の時にはバックトラックを終了する（ステップ63）。ステップ62の判断が偽の時、 x に 1_k を代入し（ステップ64）、 $V(k, j) - V(k+m, j+x)$ が $e_k(x)$ であるかを判断する（ステップ65）。ステップ65の判断が真の時、 k 番目のビッドは選択され、勝利者のビッド番号を記録する配列 W に k を加える（ステップ66）。その後 k を $k+m$ に、 j を $j+x$ に置き換え（ステップ67）、ステップ62に戻る。一方、ステップ65の判断が偽の時、 x を1増加し（ステップ68）、 x が h_k を超えているかを判断する（ステップ69）。 x が h_k を超えている時（ステップ69の判断が真の時）には m を1増加して（ステップ70）ステップ64に戻り、 x が h_k を超えていない時（ステップ69の判断が偽の時）にはステップ65に戻る。上記操作をバックトラックが終了するまで繰り返す。

【0076】

すなわち、バックトラックは、 $V(1, 0)$ から k および j が大きくなる方向に V の値をトレースし、ビッド b_k の評価額 e_k の和が最大収益である $V(1, 0)$ の値になるように選択される。選択された k のビッド b_k ($k \in W$) を提示した者が勝利者となる。

【0077】

以上のようにして勝利者を決定する。その後の勝利者への通知、取引については前記した通りである。

【0078】

本実施の形態によれば、希望する商品の購入量を最大値および最小値で指定で

き、また、評価額を購入量の関数として指定することができる。このようなビッドを許容することによって企業間の部品取引等、取引量の大きい資材等の取引を多様な要求に応じて円滑に進めることができる。また、このようなビッドから勝者を決定する動的計画法の計算において前記したアルゴリズムを用いることにより、その計算量は高々 $O(|B| \cdot s^2)$ である。 $h_k - l_k$ の最大値を ma とするとその場合の計算量は $O(|B| \cdot s \cdot ma)$ である。現実の計算機において実用的な計算量であるといえる。すなわち、本実施の形態によれば、現実的な計算量で取引実態に即したビッドを許容できるオークション方法およびシステムを提供できる。

【0079】

(実施の形態2)

実施の形態1で許容されるビッドの特別な場合として、たとえば「1個あたり6万円で30個から50個まで買います」というように購入量によって商品1個当たりの評価額が変化しない場合がある。すなわち商品の評価値関数が線形の場合である。この場合、前記した各状態の最適スコア(V)に加えて、その状態においてビッドがそれまでの獲得している商品数を保持することにより計算量を少なくできる。前記獲得商品数を記録するために配列Qを新たに導入する。

【0080】

本実施の形態のオークションは、実施の形態1と同様なシステムを用いて行える。また、本実施の形態のオークション方法は、以下の通りである。

【0081】

本実施の形態のオークション方法は、実施の形態1の図2におけるステップ11～13までと同様である。本実施の形態において、最適解の計算ステップは実施の形態1の最適解の計算ステップ(ステップ14および図3)とほぼ同様である。但し、ステップ21の配列Vの生成ステップにおいては、配列Vに加えて配列Qが生成される。

【0082】

また、本実施の形態において、初期化ステップは配列Vに加えて配列Qについても初期化される。数18は本実施の形態における初期化ステップを示した擬似

コードである。

【 0 0 8 3 】

【 数 1 8 】

$V(|B| + 1, j) := 0$ and $Q(|B| + 1, j) := 0$ for all $0 \leq j \leq s$

$V(k, s) := V(|B| + 1, s)$ and $Q(k, s) := Q(|B| + 1, s)$ for all $1 \leq k \leq |B|$

本実施の形態における再帰計算式を数 1 9 に示す。

【 0 0 8 4 】

【 数 1 9 】

$$V(k, j) := \max \begin{cases} V(k+1, j) \\ V(k, j+1) & (\text{if } Q(k, j+1) = h_k) \\ V(k, j+1) + e_k & (\text{if } l_k \leq Q(k, j+1) < h_k) \\ V(k+1, j+l_k) + e_k l_k \end{cases}$$

$$Q(k, j) := \begin{cases} Q(k, j+1) + 1 & (\text{if } V(k, j) = V(k, j+1) + e_k) \\ l_k & (\text{if } V(k, j) = V(k+1, j+l_k) + e_k l_k) \\ Q(k, j+1) & (\text{otherwise}) \end{cases}$$

なお、前記数式において e_k は商品 1 個あたりのビット b_k における評価額である。その他は実施の形態 1 における数 1 7 の場合と同様である。

【 0 0 8 5 】

数 1 9 に示すように、 $Q(k, j+1)$ の値に応じて $V(k, j+1)$ あるいは $V(k, j+1) + e_k$ の何れかを選択し、その選択された値、 $V(k+1, j)$ 、 $V(k+1, j+1) + e_k l_k$ のうち最も大きな値を $V(k, j)$ に記録する。 $Q(k, j)$ には、数 1 9 に示すように、 $V(k, j)$ に記録された値に応じて前記数式に示された何れかの値を記録する。

【 0 0 8 6 】

前記計算を実施の形態 1 の図 6 のフローチャートと同様に、 $k = |B|$ から 1 に向かって、 $j = s - 1$ から 0 に向かって繰り返す。全ての再帰計算が終了すると実施の形態 1 と同様に $V(1, 0)$ に最大収益が記録される。

【 0 0 8 7 】

なお、本実施の形態のバックトラックとその後の処理（ステップ 1 5 ～ 1 7）は実施の形態 1 と同様であるため説明を省略する。

【0088】

本実施の形態によれば、商品1個あたりの評価額が商品個数に依存しないので、配列Qにそのビッドでの既獲得商品数を記録することができ、計算量を実施の形態1の場合より少なくすることができる。本実施の形態の計算量は $O(s \cdot |B|)$ である。

【0089】

(実施の形態3)

前記実施の形態1, 2では、1つのビッドが同時に扱うことができる商品の種類は1つである。このため複数種類の商品であっても、種類毎に別々のオークションを行うことと実質的には同じである。しかし、現実世界においてはいくつかの商品を同数注文したい場合がある。例えば、コンピュータを導入するときに、本体とディスプレイを同数購入したい場合などが考えられる。本実施の形態では、これを可能にするために同時に複数の種類の商品にまたがってビッドが可能ないように前記実施の形態1, 2を拡張する。

【0090】

ただし、ビッドのできる商品の組合せに対して何ら制約がない場合は、最適な商品の分配を求める問題はNP完全になる。よって問題を効率的に解けるよう同時にビッドをすることができる商品の組合せに対し制約を設ける。

【0091】

図8はビッドを許されるアイテムセットの包含関係を例示した図である。図示するような木状あるいは図示する木がいくつか集まった森状になるような商品（アイテム）のセットについてビッドが許可される。すなわち、ビッドを許される商品の組合せが、任意の2つの組合せに対し、片方がもう片方の部分集合であるか、あるいは2つの集合は共通部分をもたないとする。例えば許されるビッドの組合せとして、（コンピュータ）、（ディスプレイ）、（プリンタ）、（コンピュータおよびディスプレイ）、（コンピュータおよびディスプレイおよびプリンタ）が例示できる。これら商品セットに対する例として、たとえば、ビッドA：「コンピュータとディスプレイのセットを1セット12万で80-100セット」、ビッドB：「コンピュータとディスプレイとプリンタのセットを1セット

23万で20-30 セット」、ビッドC:「コンピュータを一台7万で120-150台」等のビッドが例示できる。

【0092】

より正確に説明すると、2つのビッドできる商品の組合せ C_i と C_j ($i < j$) に対し、 $C_i \cap C_j \neq \phi$ 、または、 $C_i \subset C_j$ 、の条件が成立する場合に本実施の形態のビッドが許される。図8に例示する場合にビッドが許される組み合わせは、 $C_1 = \{\text{コンピュータ}\}$ 、 $C_2 = \{\text{ディスプレイ}\}$ 、 $C_3 = \{\text{プリンタ}\}$ 、 $C_4 = \{\text{コンピュータ, ディスプレイ}\}$ 、 $C_5 = \{\text{コンピュータ, ディスプレイ, プリンタ}\}$ となる。

【0093】

このような商品セットに関する条件のもとで前記実施の形態1、2のアルゴリズムを階層的に適用することにより、最適な商品の分配を求めるアルゴリズムを与えることができる。なお、以下の説明で用いる記号の定義を行う。 $\text{Parent}(C_i)$ を $C_i \subset C_j$ and $C_i \neq C_j$ を満たす最小の j とする。 $\text{Children}(C_i)$ を $i = \text{Parent}(C_j)$ を満たすすべての j の集合とする。 C^R を C の部分集合で、 C^R のどの要素も C の中のほかの要素の子でないものの集合であるとする。言い換えれば C^R は森をつくるそれぞれの木の根である。 s_{Ck} を商品の組み合わせ C_k に含まれる各々の商品の在庫のうち最小のものとする。つまり s_{Ck} は、 $s_{Ck} = \min_{a \in Ck} s_a$ を満たす。

【0094】

以下本実施の形態のオークションを説明する。本実施の形態のオークションシステムは、実施の形態1と同様である。また、本実施の形態のオークション方法における入札条件の提示およびビッドの受け取りは、実施の形態1の図2のステップ11、12と同様である。本実施の形態におけるビッド集合の生成は、実施の形態1と相違し、ビッド可能な商品の組合せ C_i 毎にビッド集合 $\{B_{Ci}\}$ を生成する。

【0095】

本実施の形態の最適解の計算(図2のステップ14に相当)は、以下の通り行う。まず、配列Vを実施の形態1と同様に生成する。但し、ここでの配列は、C

i もその要素に含む 3 次元配列であり、 $|C| \times (\max_i |B_{C_i}| + 1) \times (\max_a s_a + 1)$ の大きさの配列である。但し、 $|C|$ はビッド可能な商品の組合せ集合 $C (\{C_1, C_2, \dots, C_{|C|}\})$ の大きさである。 $\max_i |B_{C_i}|$ は最大の $|B_{C_i}|$ であり、 $\max_a s_a$ は最大の s_a である。なお、配列は必ずしも 3 次元である必要はなく、組合せ C_i ごとの 2 次元配列としても良い。

【0096】

次に、商品の組合せ C_i について、 $\text{Children}(C_i)$ が ϕ (空集合) であるか否かを判断し、 $\text{Children}(C_i) = \phi$ である商品の組合せについてまず計算を行う。数 20 は、 $\text{Children}(C_i) = \phi$ の場合の初期化ステップを示した擬似コードである。初期化ステップは実施の形態 1 と同様である。

【0097】

【数 20】

$$V(C_i, |B_{C_i}| + 1, j) := 0 \text{ for } 0 \leq j \leq s_{C_i}$$

$$V(C_i, k, s_{C_i}) := V(C_i, |B_{C_i}| + 1, s_{C_i}) \text{ for } 1 \leq k \leq |B_{C_i}|$$

次に、 $\text{Children}(C_i) = \phi$ である商品の組合せについて再帰計算を行う。再帰計算式は、実施の形態 1 における数 17 あるいは実施の形態 2 における数 19 を用いることができる。ビッドに希望商品数の最大値および最小値を含み、購入数に応じて 1 個あたりの評価額が変化する時には数 17 を、1 個あたりの評価額が変化しない時には数 19 を用いる。また、希望商品数に上下限がない時には、再帰計算式として従来技術の数 12 を用いることができる。

【0098】

ただし、再帰計算のループは、 $|B_{C_i}|$ から 1 に向かって、 s_{C_i} から 0 に向かって計算する。この計算ステップは実施の形態 1 と同様である。

【0099】

次に、 $\text{Children}(C_i) \neq \phi$ の場合について計算する。数 21 は $\text{Children}(C_i) \neq \phi$ の場合の初期化ステップを示した擬似コードである。

【0100】

【数 2 1】

$$V(C_i, |B_{C_i}| + 1, j) := \sum_{l \in \text{Children}(C_i)} V(C_l, 1, j) \text{ for } 0 \leq j \leq s_{C_i}$$

$$V(C_i, k, s_{C_i}) := V(C_i, |B_{C_i}| + 1, s_{C_i}) \text{ for } 1 \leq k \leq |B_{C_i}|$$

数 2 1 に示すように、 C_i に子集合が存在する時には、その子集合について $V(C_i, 1, j)$ の和を $V(C_i, |B_{C_i}| + 1, j)$ に初期値として代入する。

【0 1 0 1】

そして、 $\text{Children}(C_i) = \phi$ の場合と同様に再帰計算を行う。再帰計算式は、 $\text{Children}(C_i) = \phi$ の場合と同じ計算式を用いる。再帰計算のループが $|B_{C_i}|$ から 1 に向かって、 s_{C_i} から 0 に向かって計算する点も $\text{Children}(C_i) = \phi$ の場合と同じである。

【0 1 0 2】

上記のようにして最適化計算が終了した段階で、森を形成する木 (C^R とその子供) 毎に最適収益が代入される。よって、森全体の最大収益は、 $\sum_{C_i \in C^R} V(C_i, 1, 0)$ となる。

【0 1 0 3】

次に、実施の形態 1 と同様にバックトラックを行う。但し、本実施の形態では商品の森型の階層構造を仮定しているが、実際には各木毎にオークションが行われていると考えることができるので、バックトラックは各 $C_i \in C^R$ を根に持つ木毎に次のように行われる。まず、 $V(C_i, 1, 0)$ からバックトラックを行う。その結果、 $V(C_i, |B_{C_i}| + 1, k)$ に到達したとする。そこから各 $C_j \in \text{Children}(C_i)$ に分岐し、 $V(C_j, 1, k)$ から引き続きバックトラックを行う。以下同様にして、葉ノードのバックトラックまで引き続き行う。以上のようにして最適な分配を実現するビッドを選択することができる。

【0 1 0 4】

本実施の形態によれば、商品の組合せについても一定の制限を設けることによって NP 完全を回避し、実用的な計算量で最大の収益を達成するビッドを選択することができる。なお、本実施の形態のアルゴリズムを採用した計算の計算量は、 $O(|B| \cdot \max_k s_k)$ となる。 \max_k は各組み合わせについてのビ

ッド集合のうち最大のビッド数である。また、1 個当たりの商品の評価額が変化する場合（非線形の場合）の計算量は、 $O(|B| \cdot (\max_k s_k)^2)$ となる。

【0105】

以上、本発明者によってなされた発明を発明の実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。

【0106】

たとえば、実施の形態1において、 $V(k, j+1)$ 、 $V(k+1, j)$ 、 $V(k+1, j+1) + e_k(x)$ のうち最大数を求めるアルゴリズムとして、各値を逐一比較する例を説明したが、これに限られない。その他、引数として与えられた数値群から最大値を選択する \max 関数を実現するアルゴリズムを採用できる。

【0107】

また、本発明におけるバックトラックの手法は前記実施の形態において採用した手法には限られない。たとえば、図6におけるステップ49, 52, 51において、何れの要素から配列 $V(k, j)$ が計算されたかを情報ポインタとして記録することができる。つまり、情報ポインタとして $P(k, j) = (a, b)$ として起源になる配列要素を記録し、このポインタを辿ってバックトラックのルートを探索できる。なお、この場合、変数 \max の値が計算された起源となる x の値を記録し、ステップ52が採用された時の \max の起源となる要素を記録する必要がある。

【0108】

また、前記実施の形態では、インターネットを用いたオークション方法を説明したが、これに限られない。専用線その他システムに端末として接続された入力装置からビッドあるいは売り情報が入力されても良い。また、ビッドその他の情報は情報処理手段および通信手段を用いて伝送される必要はなく、たとえば電話等による情報の伝送と人手を介した本システムへの情報の入力によっても良い。

【0109】

【発明の効果】

本願で開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果は、以下の通りである。すなわち、多種類、多量の在庫が存在する場合の、多量の取引対象（商品）に対してビッドが行われるような組合せオークションの勝利者決定の問題に対して解法を与えることができる。また、現実的な計算量で実行可能な、商品の組合せに対するビッドを許容するオークション方法およびシステムを提供できる。また、現実的な計算量で実行可能な、商品の希望数量に幅を持たせたビッドを許容するオークション方法およびシステムを提供できる。また、現実的な計算量で実行可能な、商品の数量に応じて評価額を変えることが可能なビッドを許容するオークション方法およびシステムを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施の形態であるオークションシステムの一例についてその概要を示した図である。

【図 2】

本発明の一実施の形態であるオークション方法の一例についてその概要を示したフローチャートである。

【図 3】

最適解の計算ステップの一例についてその概要を示したフローチャートである。

【図 4】

初期化ステップの詳細を示したフローチャートである。

【図 5】

初期化が終了した段階での配列 V の各要素の値を示した図である。

【図 6】

再帰計算の処理フローの一例を示したフローチャートである。

【図 7】

バックトラックの一例を示したフローチャートである。

【図 8】

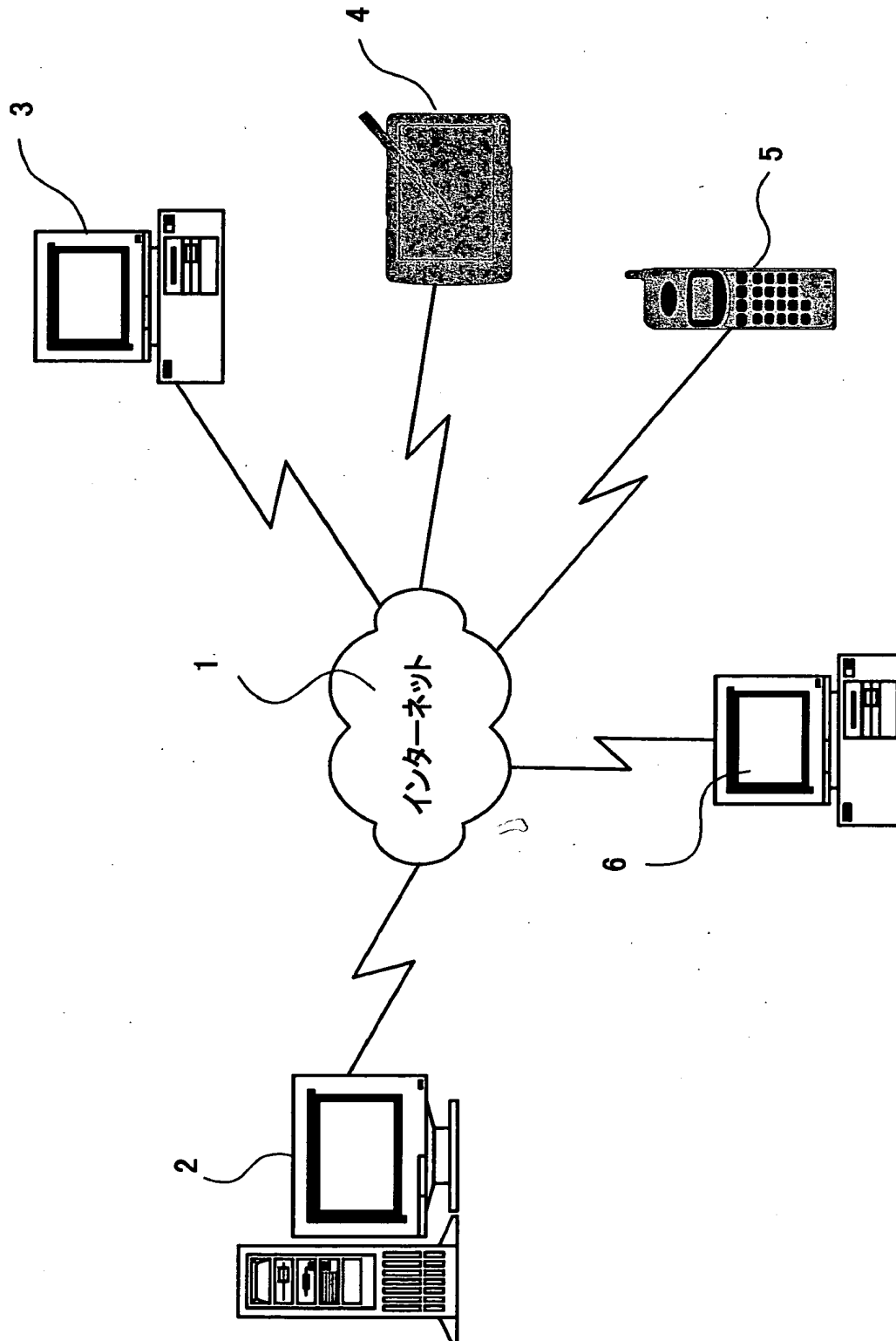
ビッドを許されるアイテムセットの包含関係を例示した図である。

【符号の説明】

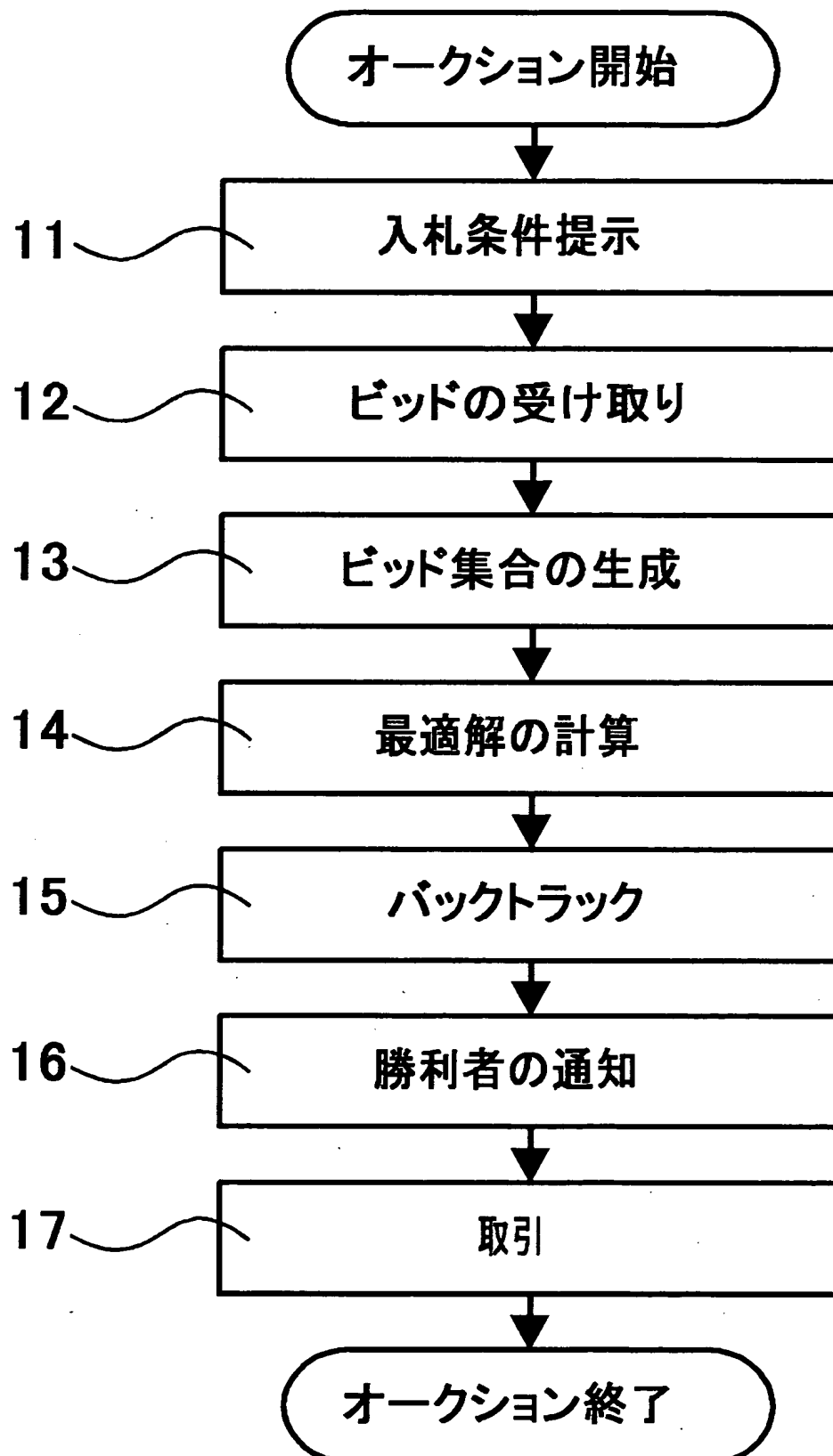
1 … インターネット、 2 … サーバコンピュータ（サーバシステム）、 3 … コンピュータシステム、 4 … PDA、 5 … 携帯電話、 6 … コンピュータシステム。

【書類名】 図面

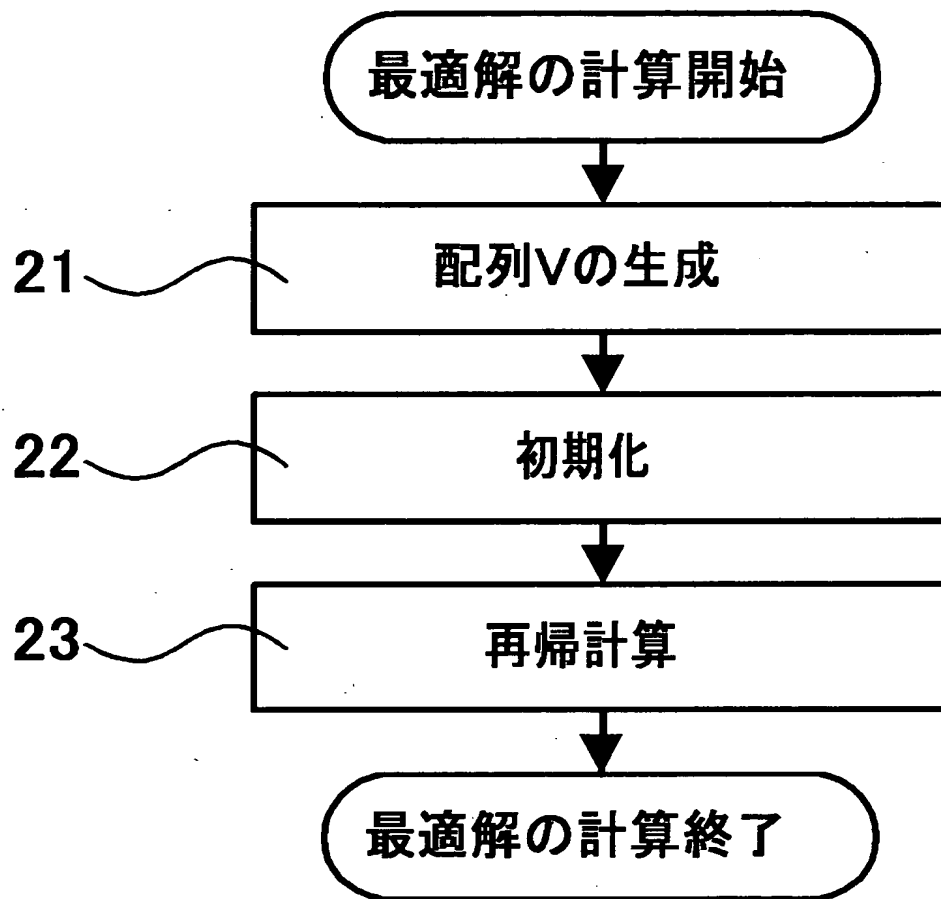
【図 1】



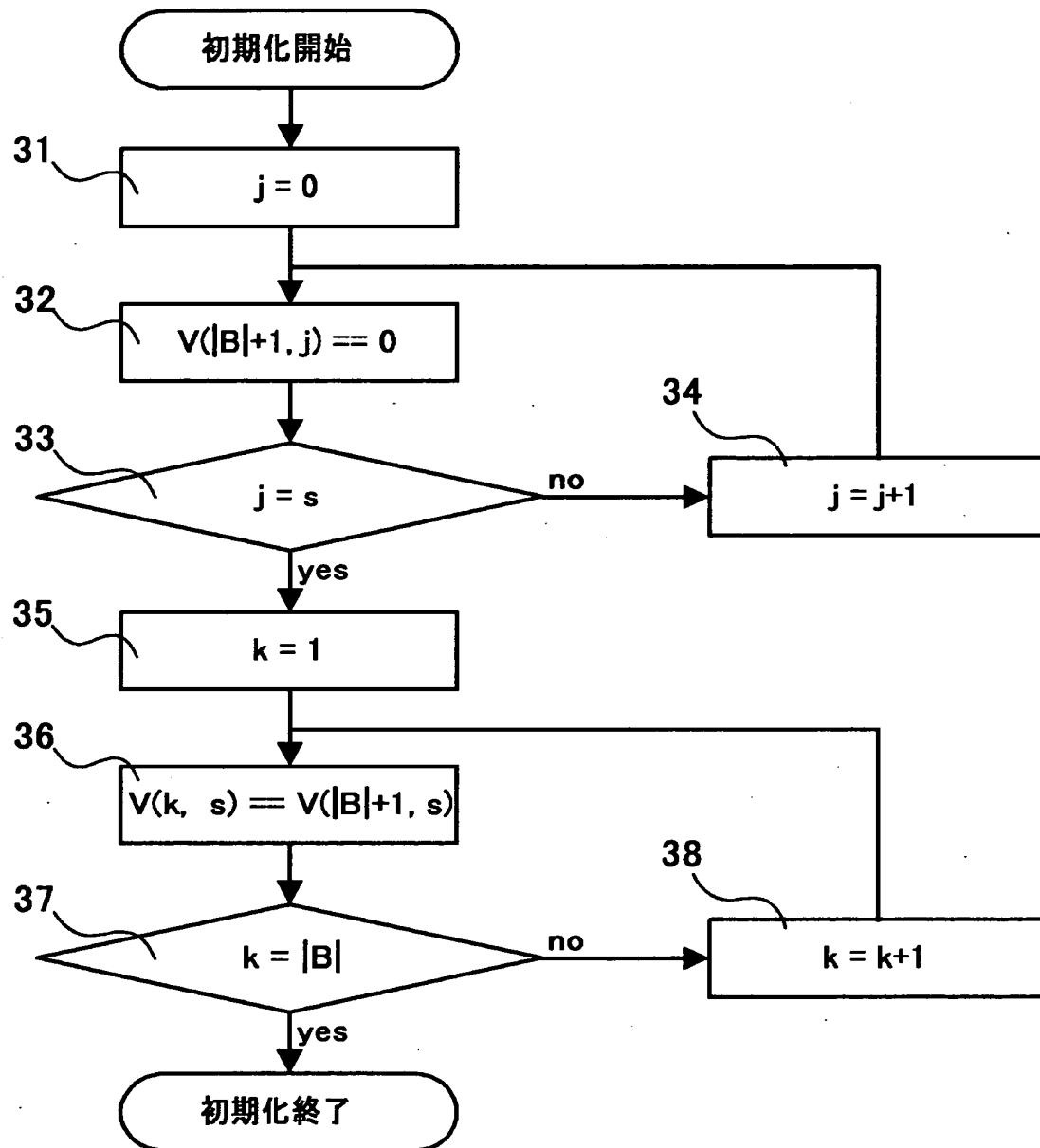
【図 2】



【図 3】



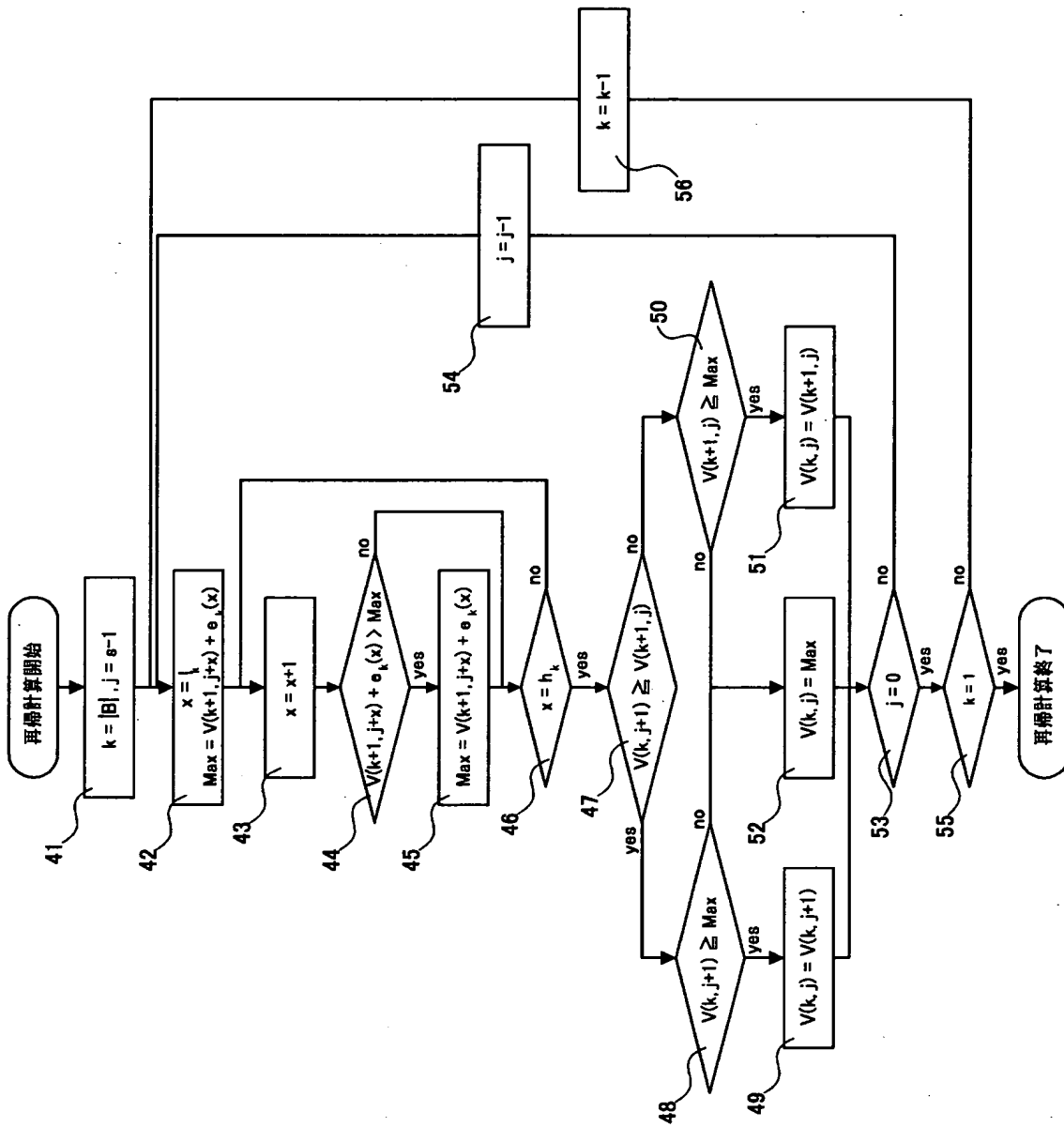
【図 4】



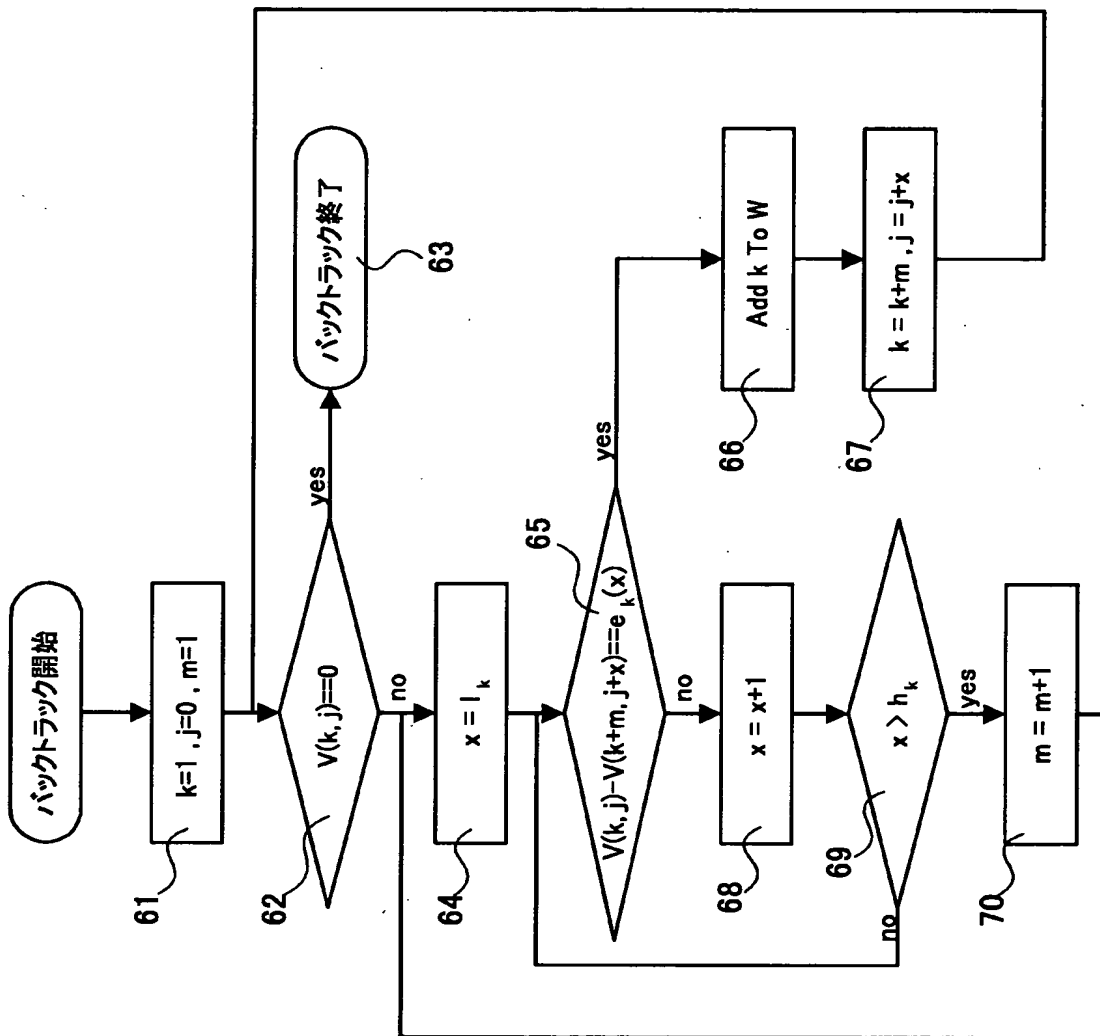
【图 5】

	0	1	...	j-1	j	j+1	...	s-1	s
1			...				...		0
2			...				...		0
...
k-1			...				...		0
k			...				...		0
k+1			...				...		0
...
|B|			...				...		0
|B|+1	0	0	...	0	0	0	...	0	0

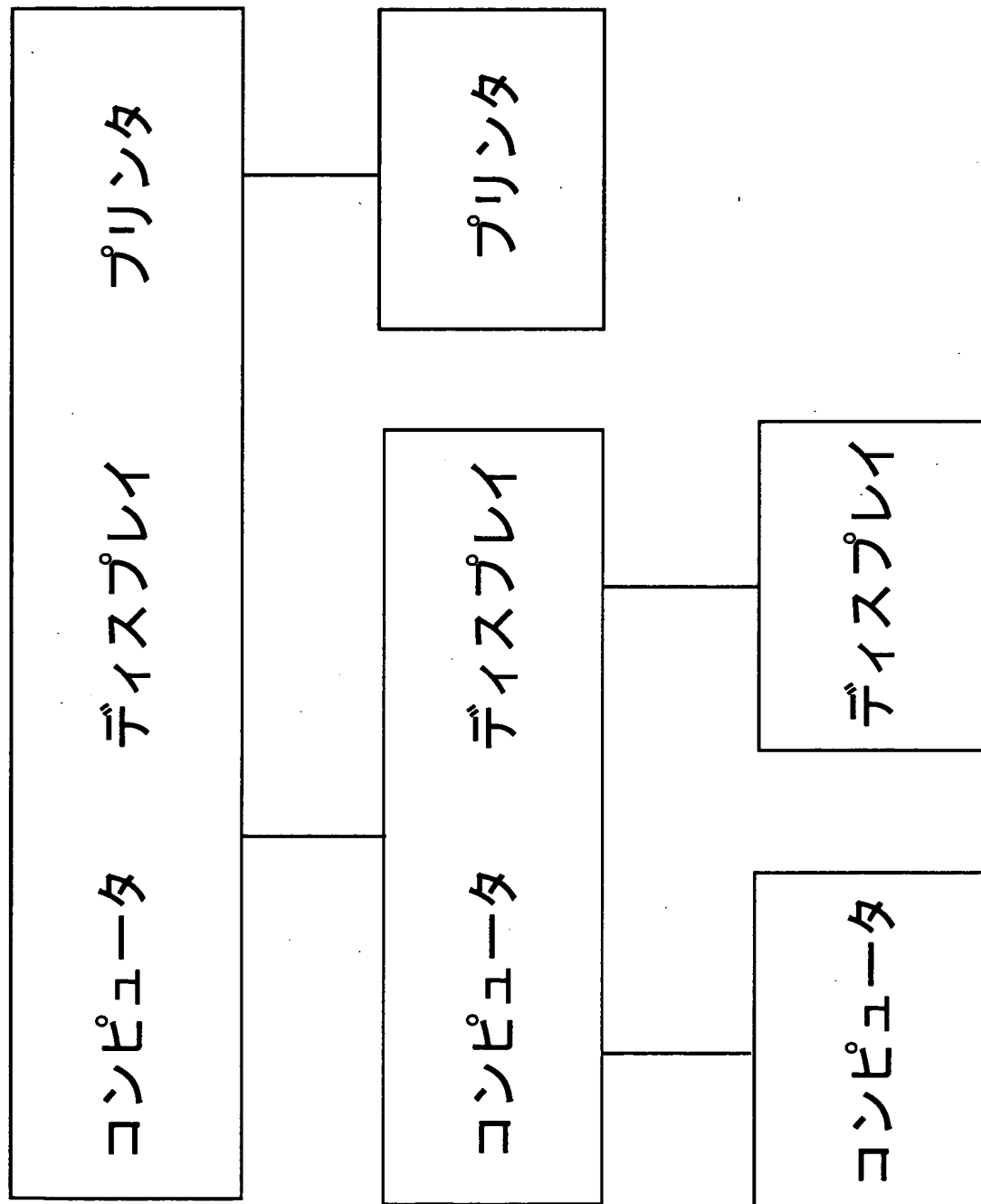
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 多種類、多量の在庫が存在する場合の、多量の取引対象（商品）に対してビッドが行われるような組合せオークションの勝利者決定の問題に対して解法を与える。

【解決手段】 許される商品の組合せに対して以下の２種類の制限を与える。１．ひとつのビッドは一種類の商品に対してのみ行うことができる。２．ビッドの可能な商品の組合せの包含関係が階層的構造を持つ。このような制限を与えたビッドの集合から、動的計画法を適用して最適なビッドの部分集合を選択する。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 0 - 3 4 7 3 4 9
受付番号	5 0 0 0 1 4 7 0 8 2 9
書類名	特許願
担当官	濱谷 よし子 1 6 1 4
作成日	平成 1 2 年 1 2 月 2 7 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	390009531
【住所又は居所】	アメリカ合衆国 1 0 5 0 4、ニューヨーク州 アーモンク (番地なし)
【氏名又は名称】	インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

【代理人】

【識別番号】	100086243
【住所又は居所】	神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番地 1 4 日本アイ・ビー・エム株式会社 大和事業所内
【氏名又は名称】	坂口 博

【代理人】

【識別番号】	100091568
【住所又は居所】	神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番地 1 4 日本アイ・ビー・エム株式会社 大和事業所内
【氏名又は名称】	市位 嘉宏

【代理人】

【識別番号】	100106699
【住所又は居所】	神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番 1 4 日本アイ・ビー・エム株式会社大和事業所内
【氏名又は名称】	渡部 弘道

【復代理人】

【識別番号】	100112520
【住所又は居所】	神奈川県大和市中心林間 3 丁目 4 番 4 号 サクライビル 4 階 間山・林合同技術特許事務所
【氏名又は名称】	林 茂則

【選任した復代理人】

【識別番号】	100110607
--------	-----------

次頁有

認定・付加情報（続き）

【住所又は居所】	神奈川県大和市中央林間3丁目4番4号 サクラ イビル4階 間山・林合同技術特許事務所
【氏名又は名称】	間山 進也
【選任した復代理人】	
【識別番号】	100098121
【住所又は居所】	神奈川県大和市中央林間3丁目4番4号 サクラ イビル4階 間山・林合同技術特許事務所
【氏名又は名称】	間山 世津子

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [390009531]

1. 変更年月日 2000年 5月16日

[変更理由] 名称変更

住 所 アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州 アーモンク (番地なし)

氏 名 インターナショナル・ビジネス・マシーンス・コーポレーション